

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-304980

(P2000-304980A)

(43) 公開日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>G 0 2 B 6/38  
6/42

識別記号

F I

G 0 2 B 6/38  
6/42

テームト\* (参考)

2 H 0 3 6  
2 H 0 3 7

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-115787

(22) 出願日 平成11年4月23日 (1999.4.23)

(71) 出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(72) 発明者 長岡 保貴

静岡県榛原郡榛原町布引原206-1 矢崎  
部品株式会社内

(72) 発明者 鈴木 信彦

静岡県榛原郡榛原町布引原206-1 矢崎  
部品株式会社内

(74) 代理人 100060690

弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

最終頁に続く

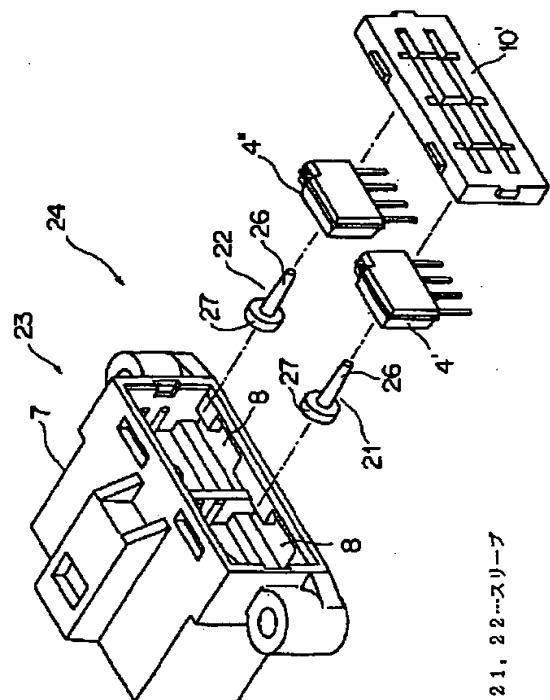
(54) 【発明の名称】 光コネクタ

(57) 【要約】

【課題】 伝送効率の向上を図り、さらには生産性を高めてコスト低減をなし得る光コネクタを提供する。

【解決手段】 光ファイバ6 (図19参照) と受・送信モジュール4'、4'' との間に、これら光ファイバ6

(図19参照) と受・送信モジュール4'、4'' の光学的接続をなし得るスリーブ21、22を介在させた光コネクタ23において、スリーブ21、22は次第に縮径して側部25 (図2参照) がテーパとなった略截頭円錐状の導光路26を備え、その導光路26の縮径して小さくなった端面29を受・送信モジュール4'、4'' に各々対向するよう配置したことを特徴としている。



21, 22--スリーブ

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバと受・送信モジュールとの間に、これら光ファイバと受・送信モジュールの光学的接続をなし得るスリーブを介在させた光コネクタにおいて、

前記スリーブは、次第に縮径して側部がテーパとなった略截頭円錐状の導光路を備え、該導光路の縮径して小さくなった端面を前記受・送信モジュールに各々対向するよう配置したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光コネクタにおいて、前記導光路の前記側部であって前記光ファイバ側に、前記導光路の軸に直交する方向へ延在させてハウジングに支持される略環状のガイド部を一体に形成したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の光コネクタにおいて、前記ガイド部の前記受・送信モジュールに対向する端面に、前記側部を用いて構成される環状の溝を形成したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 4】 請求項 2 又は請求項 3 に記載の光コネクタにおいて、前記ガイド部に、前記受・送信モジュール側へ向けて延在する鍔部を形成したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光コネクタにおいて、前記鍔部に、該鍔部の延在方向に沿った突起を設けたことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 4 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記受・送信モジュールに対して各々対向配置される前記スリーブ間に連結部を設けたことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 7】 請求項 1 ないし請求項 6 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記導光路の縮径して小さくなった前記端面の逆側であって前記光ファイバとの光学的接続がなされる端面に、該光ファイバへ向けて凸となるレンズを一体に形成したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の光コネクタにおいて、前記レンズを、前記ガイド部の前記光ファイバ側の端面より突出しない位置に配設したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 9】 請求項 1 ないし請求項 8 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記導光路の縮径して小さくなった前記端面の逆側であって前記光ファイバとの光学的接続がなされる端面を、該光ファイバによって伝送される光の受光面とし、該受光面を前記光ファイバの端面となる発光面の径よりも大きな径で形成したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 10】 請求項 1 ないし請求項 9 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記導光路の縮径して小さくなった前記端面を、前記受

信モジュールへ伝送する光の発光面とし、該発光面の径を前記受信モジュールの受光面よりも小さく形成したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 11】 請求項 1 ないし請求項 9 いずれか記載の光コネクタにおいて、

前記導光路の縮径して小さくなった前記端面を、前記送信モジュールから伝送される光の受光面とし、該受光面の径を前記送信モジュールの発光面よりも大きく形成したことを特徴とする光コネクタ。

10 【請求項 12】 請求項 1 ないし請求項 11 いずれか記載の光コネクタにおいて、

透明樹脂を主材料として少なくとも前記導光路を成形したことを特徴とする光コネクタ。

【請求項 13】 請求項 1 ないし請求項 12 いずれか記載の光コネクタにおいて、

少なくとも伝送されてきた光に対する前記スリーブの受光面に反射防止膜を形成したことを特徴とする光コネクタ。

## 【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバと受・送信モジュールとの間に、これら光ファイバと受・送信モジュールの光学的接続をなし得るスリーブを各々介在させた光コネクタに関する。

【0002】

【従来の技術】上述の光ファイバと受・送信モジュールとの間にスリーブを各々介在させた光コネクタとしては、本願出願人が先に提案した光コネクタ（実公平 6-33443 号公報に開示される技術）が一般的に知られている。

30

【0003】図 17 において、引用符号 1 はスリーブ、引用符号 2 は光コネクタを示している。スリーブ 1 は、光コネクタ 2 を構成するレセプタクル 3（機器側コネクタ）に設けられており、同じくレセプタクル 3 に設けられた受・送信モジュール 4、4（受信モジュール 4、送信モジュール 4）と、レセプタクル 3 の嵌合相手となって光コネクタ 2 を構成する光プラグ（光ファイバ側コネクタ）5 に設けられた光ファイバ 6、6（一方のみ図示、以下同様）との間に介在して、受・送信モジュール 4、4 と光ファイバ 6、6 との光学的接続をなし得る部材として位置づけされている。

40

【0004】上記光コネクタ 2 についてをスリーブ 1、1 と共にもう少し詳しく説明すると、光コネクタ 2 は上記レセプタクル 3 と、レセプタクル 3 に嵌合する上記光プラグ 5 とを備えて構成されている。

【0005】レセプタクル 3 は、図 17 及び図 18 に示される如く、合成樹脂製のハウジング 7 を有しており、その内部の格納室 8、8 には、受・送信モジュール 4、4 がゴム等の弾性部材から成るバックシート 9、9 で支持された状態で格納されている。そして、その背面にキ

50

ヤップ 10 が冠着されており、また、受・送信モジュール 4、4 が支持された格納室 8、8 の前方には、レンズ 11、11 の軸と一致して前方にのびる受承筒 12、12 が設けられている。その受承筒 12、12 内には、スリーブ 1、1 が挿着されている。スリーブ 1、1 は、コア及びクラッド（不図示）で構成された光ファイバ 13（マルチモードプラスチック光ファイバ）を円筒状のホルダ 14 に接着固定するとともに、その両端面を研磨して成るものである。

【0006】一方、レセプタクル 3 と嵌合する光プラグ 5 は、図 17 及び図 19 に示される如く、先端に光ファイバ 6、6 の端面が露出した状態で光ファイバ 6、6 を被覆するフェルール組み立て体 15、15 と、フェルール組み立て体 15、15 を内部に收容して保護する筒状隔壁 16 を設けたプラグハウジング 17 と、そのプラグハウジング 17 に嵌合固定されるスプリングキャップ 18 と、スプリングキャップ 18 の後部に嵌着されるブーツ 19 とを備えて構成されている。

【0007】また、プラグハウジング 17 には、フェルール組み立て体 15、15 の外周後半部に設けた鏑状の係止部 15a、15a と係合する肩部 17a が形成されており、係止部 15a、15a とスプリングキャップ 18 の内筒部 18a、18a 間にスプリング 20、20 を置いてフェルール組み立て体 15、15 が常時前方に付勢されるようになっている。

【0008】そして、係止部 15a、15a と肩部 17a の係合によって、フェルール組み立て体 15、15 の先端部 A（図 19 参照。光ファイバ 6 の入・出射端面（受光面・発光面）の位置に相当する。）がプラグハウジング 17 の前端面 B（図 19 参照）から常に内部に引き込んだ状態に構成されている。

【0009】上記構成において、図 17 を参照しながらレセプタクル 3 と光プラグ 5 の接続について説明する。

【0010】レセプタクル 3 に光プラグ 5 を嵌合すると、受承筒 12、12 はプラグハウジング 17 内に進入し、同時にフェルール組み立て体 15、15 は受承筒 12、12 に進入する。また、フェルール組み立て体 15、15 は受承筒 12、12 の先端に当接し、スプリング 20、20 の弾性力によって適度の接触圧が保たれている。

【0011】この状態において、先端部 A（図 19 参照）とスリーブ 1、1 は間隙（不図示）を最小に保って配置され、間隙損失が最小限に抑えられている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで上記従来技術にあつては、スリーブ 1 が円柱状に形成されていることから、次のような問題点が生じている。即ち、図 20 の矢線に示されるような光路であつて、光ファイバ 6 及びスリーブ 1 を介して伝送される光 c1（臨界角範囲内の光）について考えると、受信モジュール 4 の受光面 4a

がスリーブ 1 の発光面 1a よりも小さい場合（図示しない中心軸に対して片側が寸法 d ずつスリーブ 1 の光ファイバ 13 よりも小さい）、光 c1 が受信モジュール 4 に受光されないこともあり、伝送効率を低下させる一つの要因となっている。

【0013】従つて、上記光 c1 のような光を極力、受信モジュール 4 で受光できるようにすることで、伝送効率の向上を図ることが可能になることから、改善の余地があると言える。

【0014】また、特に図示しないが、上記送信モジュール 4 の発光面（不図示）から射出（発光）される光について考えると、その光が LED 光の場合には、拡散する光であることから、上記スリーブ 1 に入射できない光もある。

【0015】仮にそのような光が上記スリーブ 1 に入射したとしても、図 21 に示される如く、臨界面角範囲外（θ）の光 c2 となるので、光 c2 はスリーブ 1 内で全反射することなく透過されてしまい、光 c2 の伝送が行われることはない。

【0016】従つて、上記光 c2 のような光を極力スリーブ 1 内で全反射させるようにすることで、伝送効率の向上を図ることが可能になることから、この点についても上述同様に改善の余地があると言える。

【0017】さらにまた、上記従来技術では間隙損失を最小限に抑えて伝送効率の向上を図っているが、上記光ファイバ 6 及びスリーブ 1 間の僅かな間隙や軸のずれによって伝送効率が左右されてしまう恐れがあることから、この点についても配慮する必要がある。

【0018】一方、上述の伝送効率の問題点の他に、スリーブ 1 の生産性に絡んだ問題点もある。即ち、スリーブ 1 は、上述の如く、光ファイバ 13 をホルダ 14 に挿着して接着固定した後、光学的特性（光の伝送効率）を向上させるために、複数番の粒度研磨材を用いて、ホルダ 14 と共に光ファイバ 13 の両端面を研磨仕上げする必要があり、構成部品を製造するための前工程をも含めると、スリーブ 1 の製造には多くの製造工程を伴うことになり、生産性が良いとはとても言い難いものがある。

【0019】また、スリーブ 1 の製造工程においては、そのスリーブ 1 の構成部品が二品番であるものの、構成部品の生産状況の管理や寸法検査等が必要であることから、生産管理に煩雑さを伴い、生産性に影響を来している。さらに、以上のことから製造コストがかかると言える。

【0020】従つて、生産性を向上させ、コスト低減を図るための改善の余地がある。

【0021】本発明は、上述した事情に鑑みてなされるもので、伝送効率の向上を図り、さらには生産性を高めてコスト低減をなし得る光コネクタを提供することを課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためなされた請求項 1 記載の本発明の光コネクタは、光ファイバと受・送信モジュールとの間に、これら光ファイバと受・送信モジュールの光学的接続をなし得るスリーブを介在させた光コネクタにおいて、前記スリーブは、次第に縮径して側部がテーパとなった略截頭円錐状の導光路を備え、該導光路の縮径して小さくなった端面を前記受・送信モジュールに各々対向するよう配置したことを特徴としている。

【0023】請求項 2 記載の本発明の光コネクタは、請求項 1 に記載の光コネクタにおいて、前記導光路の前記側部であって前記光ファイバ側に、前記導光路の軸に直交する方向へ延在させてハウジングに支持される略環状のガイド部を一体に形成したことを特徴としている。

【0024】請求項 3 記載の本発明の光コネクタは、請求項 2 に記載の光コネクタにおいて、前記ガイド部の前記受・送信モジュールに対向する端面に、前記側部を用いて構成される環状の溝を形成したことを特徴としている。

【0025】請求項 4 記載の本発明の光コネクタは、請求項 2 又は請求項 3 に記載の光コネクタにおいて、前記ガイド部に、前記受・送信モジュール側へ向けて延在する鏝部を形成したことを特徴としている。

【0026】請求項 5 記載の本発明の光コネクタは、請求項 4 に記載の光コネクタにおいて、前記鏝部に、該鏝部の延在方向に沿った突起を設けたことを特徴としている。

【0027】請求項 6 記載の本発明の光コネクタは、請求項 1 ないし請求項 4 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記受・送信モジュールに対して各々対向配置される前記スリーブ間に連結部を設けたことを特徴としている。

【0028】請求項 7 記載の本発明の光コネクタは、請求項 1 ないし請求項 6 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記導光路の縮径して小さくなった前記端面の逆側であって前記光ファイバとの光学的接続がなされる端面に、該光ファイバへ向けて凸となるレンズを一体に形成したことを特徴としている。

【0029】請求項 8 記載の本発明の光コネクタは、請求項 7 に記載の光コネクタにおいて、前記レンズを、前記ガイド部の前記光ファイバ側の端面より突出しない位置に配設したことを特徴としている。

【0030】請求項 9 記載の本発明の光コネクタは、請求項 1 ないし請求項 8 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記導光路の縮径して小さくなった前記端面の逆側であって前記光ファイバとの光学的接続がなされる端面を、該光ファイバによって伝送される光の受光面とし、該受光面を前記光ファイバの端面となる発光面の径よりも大きな径で形成したことを特徴としている。

【0031】請求項 10 記載の本発明の光コネクタは、

請求項 1 ないし請求項 9 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記導光路の縮径して小さくなった前記端面を、前記受信モジュールへ伝送する光の発光面とし、該発光面の径を前記受信モジュールの受光面よりも小さく形成したことを特徴としている。

【0032】請求項 11 記載の本発明の光コネクタは、請求項 1 ないし請求項 9 いずれか記載の光コネクタにおいて、前記導光路の縮径して小さくなった前記端面を、前記送信モジュールから伝送される光の受光面とし、該受光面の径を前記送信モジュールの発光面よりも大きく形成したことを特徴としている。

【0033】請求項 12 記載の本発明の光コネクタは、請求項 1 ないし請求項 11 いずれか記載の光コネクタにおいて、透明樹脂を主材料として少なくとも前記導光路を成形したことを特徴としている。

【0034】請求項 13 記載の本発明の光コネクタは、請求項 1 ないし請求項 12 いずれか記載の光コネクタにおいて、少なくとも伝送されてきた光に対する前記スリーブの受光面に反射防止膜を形成したことを特徴としている。

【0035】請求項 1 に記載された本発明によれば、光ファイバから伝送された光がスリーブに入射する場合には、その光が導光路のテーパとなった側部で全反射をくり返しながらい進行し、受信モジュール側に向かうにつれて次第に集光するようになる。一方、送信モジュールからの光をスリーブを介して伝送する際には、従来のスリーブでは臨界角範囲外となってしまう光がテーパを付けた分だけ伝送できるようになる。また、このような送信モジュールからの光を伝送する場合には、光の進行方向に向けて導光路の径が大きくなることから、光の全反射の回数を少なくすることができ、伝送速度に影響を来すことはない。従って、以上のような構成、配置のスリーブを備えることにより、伝送効率を格段に向上させることができる。

【0036】請求項 2 に記載された本発明によれば、従来用いていたホルダが不要になる。また、導光路のために、ハウジングに特別な取り付け構造を設ける必要もない。従って、ガイド部を一体に形成することによって、部品点数を削減し、構造と製造工程を簡素化させ、生産管理を容易とし、生産性の向上とコスト低減とを実現することができる。

【0037】請求項 3 に記載された本発明によれば、導光路の側部に接する空気層の範囲が広くなり、導光路内での光の全反射する範囲を光軸方向で長くすることが可能になる。従って、ガイド部に溝を設けて空気層の接する範囲を広げることで、伝送効率をさらに向上させることができる。

【0038】請求項 4 に記載された本発明によれば、支持範囲が広がるので、スリーブをより安定した状態でハウジングに支持させることが可能になる。従って、スリ

ープの光軸がずれることはないので、伝送効率をさらに向上させることができる。

【0039】請求項5に記載された本発明によれば、鍔部に突起が設けられているので、スリーブがハウジング内で回ってしまうことはない。従って、スリーブの配置が安定するので、伝送効率をさらに向上させることができる。

【0040】請求項6に記載された本発明によれば、二つのスリーブが一体となる。これにより、ハウジングに対する組み付けを一度で済ませることができる。また、当然にスリーブがハウジング内で回ってしまうことはない。従って、スリーブ間に連結部を設けることで生産性と伝送効率を向上させることができる。

【0041】請求項7に記載された本発明によれば、レンズによって光ファイバとスリーブとの間隙により生じる影響や光軸方向のずれにより生じる影響を緩和することが可能になる。従って、導光路の光ファイバ側の端面に凸レンズを設けることで、伝送効率をさらに向上させることができる。

【0042】請求項8に記載された本発明によれば、ガイド部がレンズの保護部材となる。これにより、レンズが保護され、スリーブの組み付け前の状態における管理が容易になる。従って、以上のような位置にレンズを配設することで、レンズの保護と生産管理を容易にすることができる。

【0043】請求項9に記載された本発明によれば、導光路の受光面を光ファイバの発光面の径よりも大きな径で形成していることから、極力多くの光を光ファイバから受光することが可能になる。従って、伝送効率をさらに向上させることができる。

【0044】請求項10に記載された本発明によれば、導光路の発光面の径を受信モジュールの受光面よりも小さく形成していることから、極力多くの光を受信モジュールの受光面で受光させることが可能になる。従って、伝送効率をさらに向上させることができる。

【0045】請求項11に記載された本発明によれば、導光路の受光面の径を送信モジュールの発光面よりも大きく形成していることから、極力多くの光を送信モジュールから受光することが可能になる。従って、伝送効率をさらに向上させることができる。

【0046】請求項12に記載された本発明によれば、スリーブを射出成形などで容易に製造することが可能である。従って、従来と比べて製造工程が大幅に簡素化され、生産性が向上するとともに、コスト低減を図ることができる。

【0047】請求項13に記載された本発明によれば、少なくとも伝送されてきた光に対するスリーブの受光面に反射防止膜が形成されていることから、受光面に入射する光の光量の減少を防止することが可能になる。従って、反射防止膜を形成することで、伝送効率をさらに向

上させることができる。尚、反射防止膜はARコートを施す(誘電体を多層に蒸着する)ことで得られるものとする。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施の形態を説明する。図1は本発明の光コネクタの一実施の形態を示す分解斜視図である。また、図2は図1のスリーブの一部断面を含む平面図、図3は図1の集光型となるスリーブを介して光ファイバから受信デバイスへ光が伝送される状態の説明図、図4は図1の拡散型となるスリーブを介して送信デバイスから光ファイバへ光が伝送される状態の説明図、図5は図4の状態において、従来では臨界角範囲外となってしまう光が伝送される状態の説明図を示している。

【0049】尚、従来例と基本的に同一の構成部材には同一の符号を、類似する場合にはダッシュを付して詳細な説明を省略する。また、光コネクタを構成する光プラグは従来例と基本的に同じであるので、ここでは図示するのを省略する。

【0050】図1において、引用符号21及び22は集光型及び拡散型となるスリーブ、引用符号23は光コネクタを示している。

【0051】スリーブ21及び22は、透明な光透過性の合成樹脂材(例えばアクリル材など。特許請求の範囲に記載した透明樹脂に相当)で射出成形により単体物として形成されている。

【0052】また、スリーブ21及び22は、光コネクタ23を構成するレセプタクル24のハウジング7に、受信デバイス4'及び送信デバイス4''(特許請求の範囲に記載した受・送信モジュールに相当)とキャップ10'と共に装着されるようになっており、光コネクタ23を構成する光プラグ5(図17及び図19参照)がレセプタクル24に嵌合すると、光コネクタ23内で伝送効率の高い光学的接続をなし得られるようになってい

る。

【0053】以上の構成をもう少し具体的に説明すると、先ず、上記スリーブ21及び22は、図2に示される如く、光ファイバ6(図17及び図19参照)側から受信デバイス4'又は送信デバイス4''(図1参照)側に向けて次第に縮径し、側部25がテーパとなった略截頭円錐状の導光路26を備えており、その導光路26の側部25には、上記ハウジング7(図1参照)の後述する受承筒12'(図3参照)に支持されるガイド部27が一体に形成されている。

【0054】上記導光路26における上記光ファイバ6(図3参照)との光学的接続がなされる端面28(光の伝送方向によって受光面又は発光面となる)は、光ファイバ6の端面6a(図3参照)の径よりも大きな径で形成されている。一方、端面28の逆側で上記受信デバイス4'(図3参照)との光学的接続がなされる端面29

(発光面であり、特許請求の範囲に記載した導光路の縮径して小さくなった端面に相当)は、上記受信デバイス4'の受光面4'a(図3参照)よりも小さな径で形成されており、また、送信デバイス4''(図4参照)との光学的接続がなされる端面29(受光面であり、特許請求の範囲に記載した導光路の縮径して小さくなった端面に相当)は、上記送信デバイス4''の発光面4''a(図4参照)よりも大きな径で形成されている。

【0055】上記ガイド部27は、上記導光路26の上記光ファイバ6(図3参照)側に一体に形成されており、導光路26の軸(不図示、スリーブの延在方向に一致する)に直交する方向へ延在するとともに、略環状に形成されている。

【0056】上記レセプタクル24は、図1に示される如く、合成樹脂製のハウジング7を有しており、そのハウジング7内の後方には、上記受信デバイス4'又は送信デバイス4''に対する格納室8、8が形成されている。

【0057】また、ハウジング7内の中間には、図3及び図4に示される如く、受信デバイス4'(図3参照)又は送信デバイス4''(図4参照)が格納された際の光軸に平行であって、上記後方に対して前方となる方向へ延在する受承筒12'が格納室8(図1参照)に連続して形成されており、その受承筒12'には、上記スリーブ21(図3参照)又は22(図4参照)の上記ガイド部27が当接する環状の段部12'aが形成されている。

【0058】次に、図1を参照しながら組み立て工程を説明すると、ハウジング7の上記後方からスリーブ21及び22を受承筒12'、12'(図3及び図4参照)に挿着するとともに、受信デバイス4'及び送信デバイス4''を格納室8、8に格納してキャップ10'を冠着する。これによりレセプタクル24の組み立てが完了し、この状態において光プラグ5(図17及び図19参照)を嵌合させることが可能になる。

【0059】一方、上記光プラグ5(図17及び図19参照)の嵌合後、レセプタクル24の内部においては、図3及び図4に示される如く、スリーブ21及び22が段部12'aにそれぞれ当接した状態となる。そして、受信デバイス4'(図3参照)又は送信デバイス4''

(図4参照)と、フェルル組立体15との間隙がそれぞれ最小に保たれ、光軸方向の間隙損失が最小限に抑えられる。

【0060】尚、上記光プラグ5が嵌合する際の作用は従来例と同様である。また、上記構成の補足をする、受信デバイス4'及び送信デバイス4''は、従来例で説明した受・送信モジュール4、4(図17及び図18参照)と性能の差はない。キャップ10'(図17及び図18参照)に対して冠着側に図示しない突起(従来例のバックシート9、9(図17

及び図18参照)を省略することができるとなると略三角形の断面の突起であり、本願出願人が特願平10-4934号にて提案した内容と同様のものである)を設けたことからダッシュ付の符号にしてある。

【0061】続いて、図3を参照しながらスリーブ21を介して光ファイバ6から受信デバイス4'へ光が伝送される状態を説明する。図中の矢線に示されるように、光ファイバ6内を全反射をくり返ししながら進行して伝送されてきた光C1は、その光ファイバ6の端面6a(発光面)から射出され、端面28を介してスリーブ21内へ入射する。すると、導光路26の側部25が受信デバイス4'へ向けて縮径するテーパであり、さらに側部25が空気層に接していることから、光C1は全反射をくり返ししながら集光し、受信デバイス4'の受光面4'aに損失なく入射することになる。

【0062】これに対し、スリーブ22を介して送信デバイス4''から光ファイバ6へ光が伝送される状態は、図4の矢線に示されるような光路となる。即ち、送信デバイス4''の発光面4''aから射出される例えばLED光C2(レーザー光も含む)は、スリーブ22の端面29を介してスリーブ22内へ入射する。そして上述同様、導光路26の側部25が送信デバイス4''へ向けて縮径するテーパであり、さらに側部25が空気層に接していることから、LED光C2は拡散しながら全反射をくり返して進行し、光ファイバ6の端面6a(受光面)を介して損失なくその光ファイバ6内に入射することになる。

【0063】尚、ここで導光路26の縮径方向を送信デバイス4''へ向けて配置した点について補足説明する。スリーブ22は図4に示される如く、導光路26の径が光の進行方向に向けて大きくなっている。そして、端面29を介して入射したLED光C2の導光路26内における全反射の回数を考えてみると、スリーブ22の方が上述のスリーブ21の集光作用によって生じる全反射の回数よりも当然にその全反射の回数は少なくなることが分かる。導光路26内での全反射の回数が少なければ、その後LED光C2が伝送されて進行する光ファイバ6内でも、そのLED光C2の全反射する回数が少なくなり、LED光C2の伝送速度がスリーブ22により遅くなってしまうことはない。

【0064】また、上述とは別に、従来では臨界角範囲外( $\theta$ )の角度となってしまうようなLED光C2がスリーブ22に入射した場合について考えてみると(図5参照)、導光路26の側部25が上述の如くテーパとなっていることから、そのテーパがついた分だけ許容する角度が変わり、LED光C2が透過されることなく全反射するようになる。このことは従来の問題点を解消することになる。

【0065】以上、図1ないし図5までを参照しながら説明したように、スリーブ21及び22は、導光路26

を備えていることから、従来よりも伝送効率を向上させることができる。また、透明な光透過性の合成樹脂材から一体に成形されているので、従来と比べて製造工程が大幅に簡素化し、生産性を向上させることができる。さらにまた、ガイド部 27 を一体に形成したことにより、ハウジング 7 に特別な取り付け構造を設ける必要がなく、さらには、部品点数が削減され、製造工程も簡素化するので、生産管理が容易となり、生産性の向上とコスト低減とを実現することができる。

【0066】次に、図 6 を参照しながら上記スリーブ 21 及び 22 の他の一実施の形態を説明する。

【0067】図 6 において、引用符号 31 で示されるスリーブは、上述のスリーブ 21 及び 22 と同様に、導光路 32 とガイド部 33 とを備えて構成されており、同じく透明な光透過性の合成樹脂材（例えばアクリル材など）で射出成形により単体物として一体成形されている。

【0068】上記導光路 32 は、光ファイバ 6（図 7 及び図 8 参照）側から受信デバイス 4'（図 7 参照）又は送信デバイス 4''（図 8 参照）側に向けて次第に縮径し、側部 34 がテーパとなった略截頭円錐状に形成されており、上記光ファイバ 6 側の端面には、その光ファイバ 6 側に凸となるレンズ 35 が一体に形成されている。

【0069】尚、レンズ 35 は所定の曲率半径で形成されており、本形態においては球面レンズとなっている（複数の曲率半径を有する非球面レンズであっても良い）。また、上記光ファイバ 6 側に向けて凸としているので、光の伝送が効率よく行われるようになっている。

【0070】上記ガイド部 33 は、上記導光路 32 の上記光ファイバ 6（図 7 又は図 8 参照）側に一体に形成されており、導光路 32 の軸（不図示、スリーブの延在方向に一致する）に直交する方向へ延在するとともに、略環状に形成されている。

【0071】また、ガイド部 33 の受信デバイス 4'（図 7 参照）又は送信デバイス 4''（図 8 参照）に対向する端面 36 には、導光路 32 の側部 34 を用いて構成される環状の溝 37 が形成されており、その溝 37 によって側部 34 に接する空気層の範囲を広げようになっている。

【0072】さらに、ガイド部 33 は、上記レンズ 35 を保護するように周囲を巻回しており、上記光ファイバ 6 側の端面 38 がレンズ 35 の頂部に一致するか又は僅かに前記頂部よりも上記光ファイバ 6 側へ突出するようになっている。

【0073】上記スリーブ 31 は、上述のスリーブ 21 及び 22 と同様にハウジング 7（図 1 参照）に挿着されるようになっており、図 7 及び図 8 に示される如く、スリーブ 31 が段部 12' a にそれぞれ当接して、光プラグ 5（図 17 及び図 19 参照）が嵌合すると、受信デバイス 4'（図 7 参照）又は送信デバイス 4''（図 8 参

照）と、フェルール組み立て体 15 との間隙がそれぞれ最小に保たれ、光軸方向の間隙損失が最小限に抑えられることになる。

【0074】次に、図 7 を参照しながらスリーブ 31 を介して光ファイバ 6 から受信デバイス 4' へ光が伝送される状態を説明する。図中の矢線に示されるように、光ファイバ 6 内を全反射をくり返しながらい進んで伝送されてきた光 C3 及び C4 は、その光ファイバ 6 の端面 6a（発光面）から射出され、レンズ 35 を介してスリーブ 31 内へ入射する。すると、導光路 32 の側部 34 が受信デバイス 4' へ向けて縮径するテーパとなっており、さらに側部 34 が空気層に接していることから、光 C3 及び C4 は全反射をくり返しながらい集光し、受信デバイス 4' の受光面 4' a に損失なく入射することになる。

【0075】これに対し、スリーブ 31 を介して送信デバイス 4'' から光ファイバ 6 へ光が伝送される状態は、図 8 の矢線に示されるような光路となる。即ち、送信デバイス 4'' の発光面 4'' a から射出される例えば LED 光 C5（レーザー光も含む）は、スリーブ 31 の端面 39（受光面）を介してスリーブ 31 内へ入射する。そして上述同様、導光路 32 の側部 34 が送信デバイス 4'' へ向けて縮径するテーパとなっており、さらに側部 34 が空気層に接していることから、LED 光 C5 は拡散しながら全反射をくり返して進行し、レンズ 35 に到達する。その後、LED 光 C5 はレンズ 35 により集光され、光ファイバ 6 の端面 6a（受光面）を介して損失なくその光ファイバ 6 内に入射することになる。

【0076】尚、レンズ 35 が LED 光 C5 の伝送速度に影響するような集光作用を生じさせることはない。また、スリーブ 31 は伝送速度に関して上述のスリーブ 22 と同様の効果を奏する。

【0077】以上、図 6 ないし図 8 までを参照しながら説明したように、スリーブ 31 は、導光路 32 を備えていることから、上述のスリーブ 21 及び 22 と同様に、従来よりも伝送効率を向上させることができる。また、透明な光透過性の合成樹脂材から一体に成形されているので、従来と比べて製造工程を大幅に簡素化し、生産性を向上させることができる。さらにまた、ガイド部 33 を一体に形成したことにより、ハウジング 7 に特別な取り付け構造を設ける必要がなく、さらには、レンズ 35 の保護がなし得られるとともに、部品点数が削減され、製造工程も簡素化するので、生産管理が容易となり、生産性の向上とコスト低減とを実現することができる。また、レンズ 35 が一体に形成されていることから、光ファイバ 6 とスリーブ 31 との間隙により生じる影響や光軸方向のずれにより生じる影響が緩和され、効率よく伝送することができる。

【0078】続いて、図 9 を参照しながら上記スリーブ 21 及び 22 の更に他の一実施の形態を説明する。

【0079】図9において、引用符号41で示されるスリーブは、上述のスリーブ21及び22と同様に、導光路42とガイド部43とを備えて構成されており、同じく透明な光透過性の合成樹脂材（例えばアクリル材など）で射出成形により単体物として一体成形されている。尚、導光路42は上述の導光路26と基本的に同一であるので、ここではその説明を省略する。

【0080】上記ガイド部43は、上記導光路42の上記光ファイバ6（図3又は図4参照）側に一体に成形されており、導光路42の軸（不図示、スリーブの延在方向に一致する）に直交する方向へ延在するとともに、略環状に形成されている。また、ガイド部43の受信デバイス4'（図3参照）又は送信デバイス4''（図4参照）に対向する端面44には、導光路42の側部45を用いて構成される環状の溝46が形成されており、その溝46によって、上述のように、側部45に接する空気層の範囲を広げるようになっている。

【0081】従って、図1ないし図4を参照しながら説明したスリーブ21及び22に代えて上記スリーブ41を用いることも可能であり、伝送効率をさらに向上させることができるようになる。

【0082】ところで、図10は図1のスリーブ22の受光面（端面29）に反射防止膜51を蒸着した状態を示している。このような反射防止膜51、即ち誘電体を多層に蒸着するARコートを受光面に施して入射する光の光量減少を防止すれば、伝送効率をさらに向上させることが可能である。

【0083】尚、この反射防止膜51は少なくとも受光面（図10においては端面29）を対象とし、スリーブの外周全体に施すことも可能である。また、上述のスリーブ21、31及び41や、後述するスリーブ61の各種スリーブにも当然に適用することが可能である。

【0084】続いて、図11を参照しながら上記スリーブ21及び22の更に別の一実施の形態を説明する。

【0085】図11において、引用符号61で示されるスリーブは、上述のスリーブ21及び22と同様に、導光路62とガイド部63とを備えて構成されており、少なくとも導光路62が透明な光透過性の合成樹脂材（例えばアクリル材など）で射出成形された後、その導光路62がガイド部63と二色成形されるようになっている。

【0086】導光路62は、光ファイバ6（図14及び図15参照）側から受信デバイス4'（図14参照）又は送信デバイス4''（図15参照）側に向けて次第に縮径し、側部64がテーパとなった略截頭円錐状に形成されている。

【0087】上記導光路62における上記光ファイバ6（図14及び図15参照）との光学的接続がなされる端面65（光の伝送方向によって受光面又は発光面となる）は、光ファイバ6の端面6a（図14及び図15参

照）の径よりも大きな径で形成されている。また、端面65の逆側で上記受信デバイス4'（図14参照）との光学的接続がなされる端面66（発光面であり、特許請求の範囲に記載した導光路の縮径して小さくなった端面に相当）は、上記受信デバイス4'の受光面4'a（図14参照）よりも小さな径で形成されている。

【0088】尚、端面66を送信デバイス4''（図15参照）と光学的に接続する場合には、その端面66（受光面であり、特許請求の範囲に記載した導光路の縮径して小さくなった端面に相当）が上記受信デバイス4''の発光面4''a（図15参照）よりも大きな径で形成されることになる。

【0089】上記導光路62の上記光ファイバ6（図14及び図15参照）側となる側部64には、図12に示される如く、四つの突起67が等ピッチで形成されている。また、その突起67はスリーブ61の光軸方向（図11においては左右方向（スリーブ61の延在方向とも一致する））に沿って段付きとなるよう形成されている（図11参照）。

【0090】上記ガイド部63は、上記四つの突起67を介して上記導光路62に二色成形されており、導光路62の外周側で略円筒フード状の鏝部68には、その鏝部68の延在方向に沿う周り止め用の突起69が形成されている。

【0091】ガイド部63は、鏝部68及び突起69を有することで、導光路62の位置を受承筒12''（図13参照）内で安定させることが可能である。また、鏝部68により導光路62が容易に振れてしまうようなことはない。

【0092】尚、突起69は省略することが可能である。また、上記受承筒12''は、図13に示される如く、上記スリーブ61の端面65（図11参照）側が当接する段部12''aと、上記突起69（図11参照）が摺動して挿着される凹部12''bとを有しており、その部分のみが上記レセプタクル24（図1参照）との相違点となっている。

【0093】次に、図14を参照しながらスリーブ61を介して光ファイバ6から受信デバイス4'へ光が伝送される状態を説明する。図中の矢線に示されるように、光ファイバ6内を全反射をくり返ししながら進行して伝送されてきた光C6は、その光ファイバ6の端面6a（発光面）から射出され、端面65を介して導光路62内へ入射する。すると、導光路62の側部64が受信デバイス4'へ向けて縮径するテーパであり、さらに側部64が空気層に接していることから、光C6は全反射をくり返ししながら集光し、受信デバイス4'の受光面4'aに損失なく入射することになる。

【0094】これに対し、スリーブ61を介して送信デバイス4''から光ファイバ6へ光が伝送される状態は、図15の矢線に示されるような光路となる。即ち、送信

デバイス4'の発光面4''aから射出される例えばLED光C7(レーザー光も含む)は、スリーブ61の端面66を介して導光路62内へ入射する。そして上述同様、導光路62の側部64が送信デバイス4''へ向けて縮径するテーパであり、さらに側部64が空気層に接していることから、LED光C7は拡散しながら全反射をくり返して進行し、光ファイバ6の端面6a(受光面)を介して損失なくその光ファイバ6内に入射することになる。尚、スリーブ61によって伝送速度に影響を来すことはない。

【0095】以上のスリーブ61を用いても当然に上述の各種スリーブと同様の効果を奏することになる。尚、鍔部68を上述の各種スリーブに設けることが可能である。また、上記レンズ35をスリーブ61に適用することも可能である。

【0096】次に、図16を参照しながら上記スリーブ61(図11及び図12参照)の他の例を説明する。

【0097】図16において、引用符号71はレセプタクルを示しており、そのレセプタクル71は、コネクタハウジング72に対してスリーブ73と受信デバイス4'及び送信デバイス4''とを挿着し、キャップ10'を冠着させることにより構成されている。コネクタハウジング72には、スリーブ73に対するスリット74が形成されている(コネクタハウジング72のその他の構成は上記コネクタハウジング7(図1参照)と同様である)。尚、スリット74は受承筒75にまで及んで形成されている。

【0098】スリーブ73は、並列するスリーブ61'、61'間に連結部76を一体に配設して構成されており、一回の挿着でコネクタハウジング72に対する組み付けが完了するようになっている。スリーブ61'は、上記スリーブ61(図11及び図12参照)の突起69を省略した以外はそのスリーブ61と同一構成となっており、連結部76はガイド部63'の部分で(鍔部68'の部分まで延在させてもよい)一体となっている。即ち、連結部76は導光路62'との二色成形の際に一緒に成形されるようになっている。尚、スリーブ61'での作用は、当然にスリーブ61と同様である。

【0099】以上のスリーブ73を用いて光コネクタ7を構成しても当然に上述と同様の効果を奏することになる。そして、特に、生産性と伝送効率を向上させることができるようになる。

【0100】その他、本発明は本発明の主旨を変えない範囲で種々変更実施可能なことは勿論である。

【0101】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載された本発明によれば、光コネクタにおけるスリーブは、次第に縮径して側部がテーパとなった略截頭円錐状の導光路を備えており、その導光路の縮径して小さくなった端面を受・送信モジュールに各々対向するよう配置して

いることから、光ファイバから伝送された光がスリーブに入射する場合には、その光が導光路のテーパとなった側部で全反射をくり返しながら進行し、受信モジュール側に向かうにつれて次第に集光するようになる。一方、送信モジュールからの光をスリーブを介して伝送する際には、従来のスリーブでは臨界角範囲外となってしまう光がテーパを付けた分だけ伝送できるようになる。また、このような送信モジュールからの光を伝送する場合には、光の進行方向に向けて導光路の径が大きくなることから、光の全反射の回数を少なくすることができ、伝送速度に影響を来すことはない。従って、以上のような構成、配置のスリーブを備えることにより、伝送効率を格段に向上させることができるという効果を奏する。

【0102】請求項2に記載された本発明によれば、導光路の側部には、ハウジングに支持されるガイド部が一体に形成されていることから、従来用いていたホルダが不要になる。また、導光路のために、ハウジングに特別な取り付け構造を設ける必要もない。従って、ガイド部を一体に形成することによって、部品点数を削減し、構造と製造工程を簡素化させ、生産管理を容易とし、生産性の向上とコスト低減とを実現することができるという効果を奏する。

【0103】請求項3に記載された本発明によれば、ガイド部の受・送信モジュールに対向する端面に、導光路の側部を用いて構成される環状の溝が形成されていることから、側部に接する空気層の範囲が広くなり、導光路内での光の全反射する範囲を光軸方向で長くすることが可能になる。従って、ガイド部に溝を設けて空気層の接する範囲を広げることで、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0104】請求項4に記載された本発明によれば、ガイド部に、受・送信モジュール側へ向けて延在する鍔部が形成されていることから、支持範囲が広がる。そして、スリーブをより安定した状態でハウジングに支持させることが可能になる。従って、スリーブの光軸がずれることはないので、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0105】請求項5に記載された本発明によれば、ガイド部を延在させて形成した鍔部に、その鍔部の延在方向に沿った突起が設けられているので、スリーブがハウジング内で回ってしまうことはない。従って、スリーブの配置が安定するので、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0106】請求項6に記載された本発明によれば、受・送信モジュールに対して各々対向配置されるスリーブ間に連結部が設けられているので、二つのスリーブが一体となる。これにより、ハウジングに対する組み付けを一度で済ませることができる。また、当然にスリーブがハウジング内で回ってしまうことはない。従って、スリーブ間に連結部を設けることで生産性と伝送効率を向上

させることができるという効果を奏する。

【0107】請求項7に記載された本発明によれば、導光路における光ファイバとの光学的接続がなされる端面に、光ファイバへ向けて凸となるレンズが一体に形成されていることから、そのレンズによって光ファイバとスリーブとの間隙により生じる影響や光軸方向のずれにより生じる影響を緩和することが可能になる。従って、導光路の光ファイバ側の端面に凸レンズを設けることで、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0108】請求項8に記載された本発明によれば、導光路の光ファイバ側の端面に設けたレンズがガイド部の光ファイバ側の端面より突出しない位置に配設されていることから、ガイド部がレンズの保護部材となる。これにより、レンズが保護され、スリーブの組み付け前の状態における管理が容易になる。従って、以上のような位置にレンズを配設することで、レンズの保護と生産管理を容易にすることができるという効果を奏する。

【0109】請求項9に記載された本発明によれば、導光路における光ファイバとの光学的接続がなされる端面を、光ファイバによって伝送される光の受光面としており、その受光面を光ファイバの端面となる発光面の径よりも大きな径で形成していることから、極力多くの光を光ファイバから受光することが可能になる。従って、導光路における受光面を光ファイバの発光面よりも大きな径で形成することで、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0110】請求項10に記載された本発明によれば、導光路の縮径して小さくなった端面を、受信モジュールへ伝送する光の発光面とし、その発光面の径を受信モジュールの受光面よりも小さく形成していることから、極力多くの光を受信モジュールの受光面で受光させることが可能になる。従って、導光路における発光面の径を受信モジュールの受光面よりも小さく形成することで、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0111】請求項11に記載された本発明によれば、導光路の縮径して小さくなった端面を、送信モジュールから伝送される光の受光面とし、その受光面の径を送信モジュールの発光面よりも大きく形成していることから、極力多くの光を送信モジュールから受光することが可能になる。従って、導光路における受光面を送信モジュールの発光面よりも大きな径で形成することで、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0112】請求項12に記載された本発明によれば、透明樹脂を主材料として少なくとも導光路を成形していることから、スリーブを射出成形などで容易に製造することが可能である。従って、従来と比べて製造工程が大幅に簡素化され、生産性が向上するとともに、コスト低

減を図ることができるという効果を奏する。

【0113】請求項13に記載された本発明によれば、少なくとも伝送されてきた光に対するスリーブの受光面に反射防止膜が形成されていることから、受光面に入射する光の光量の減少を防止することが可能になる。従って、反射防止膜を形成することで、伝送効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光コネクタの一実施の形態を示す分解斜視図である。

【図2】図1のスリーブの一部断面を含む平面図である。

【図3】図1の集光型となるスリーブを介して光ファイバから受信デバイスへ光が伝送される状態の説明図である。

【図4】図1の拡散型となるスリーブを介して送信デバイスから光ファイバへ光が伝送される状態の説明図である。

【図5】図4の状態において、従来では臨界角範囲外となってしまう光が伝送される状態の説明図である。

【図6】図1のスリーブの他の一実施の形態を示す一部断面を含む平面図である。

【図7】図6のスリーブを介して光ファイバから受信デバイスへ光が伝送される状態の説明図である。

【図8】図6のスリーブを介して送信デバイスから光ファイバへ光が伝送される状態の説明図である。

【図9】図1のスリーブの更に他の一実施の形態を示す断面図である。

【図10】図1のスリーブを例にして反射防止膜を蒸着した状態の説明図である。

【図11】図1のスリーブの更に別の一実施の形態を示す断面図である。

【図12】図11のスリーブの正面図である。

【図13】図11のスリーブが挿着される受承筒の平面図である。

【図14】図11のスリーブを介して光ファイバから受信デバイスへ光が伝送される状態の説明図である。

【図15】図11のスリーブを介して送信デバイスから光ファイバへ光が伝送される状態の説明図である。

【図16】図11のスリーブの他の例を説明するためのレセプタクルの分解斜視図である。

【図17】従来例の光コネクタの断面図である。

【図18】図17のレセプタクルの断面図である。

【図19】図17の光プラグの断面図である。

【図20】図17のスリーブを介して光ファイバから受信デバイスへ光が伝送される状態の説明図である。

【図21】図17のスリーブに臨界角範囲外となってしまう光が仮に入射された場合の説明図である。

【符号の説明】

4' 受信デバイス (受信モジュール)

19

4'	送信デバイス (送信モジュール)
21、22	スリーブ
23	光コネクタ
24	レセプタクル
25	側部
26	導光路
27	ガイド部
28	端面
29	端面
31	スリーブ
32	導光路
33	ガイド部
34	側部
35	レンズ
36	端面
37	溝
38	端面
39	端面
41	スリーブ
42	導光路
43	ガイド部

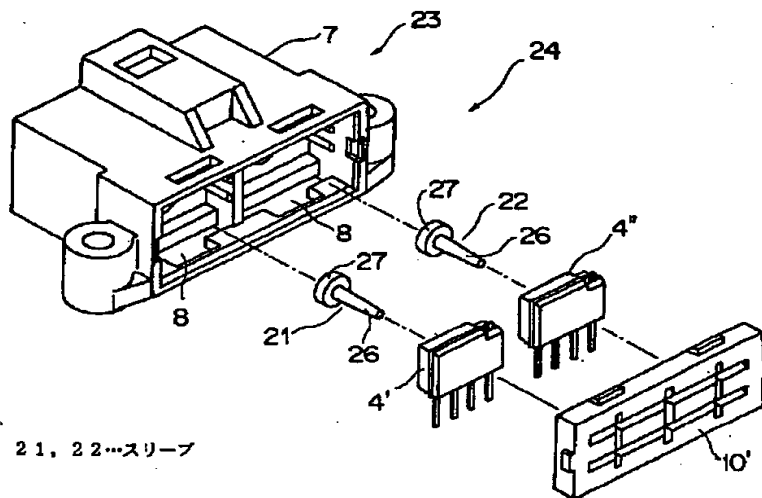
10

20

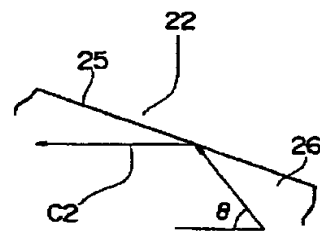
20

44	端面
45	側部
46	溝
51	反射防止膜
61	スリーブ
62	導光路
63	ガイド部
64	側部
65	端面
66	端面
67	突起
68	鍔部
69	突起
71	レセプタクル
72	コネクタハウジング
73	スリーブ
74	スリット
75	受承筒
76	連結部
77	光コネクタ

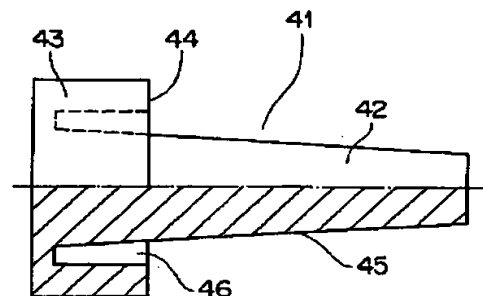
【図 1】



【図 5】

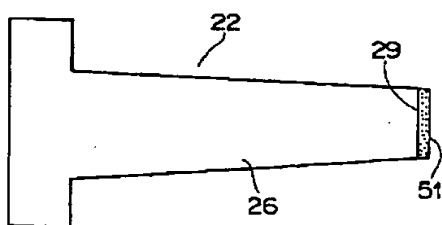


【図 9】



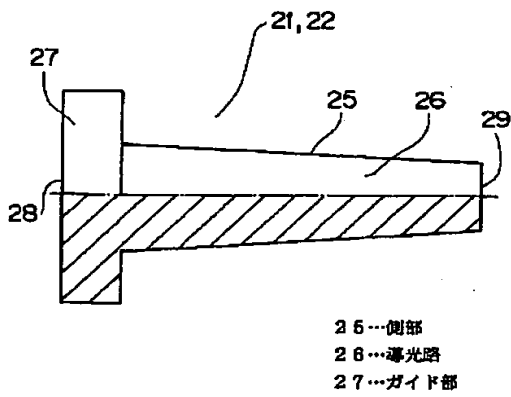
46...溝

【図 10】

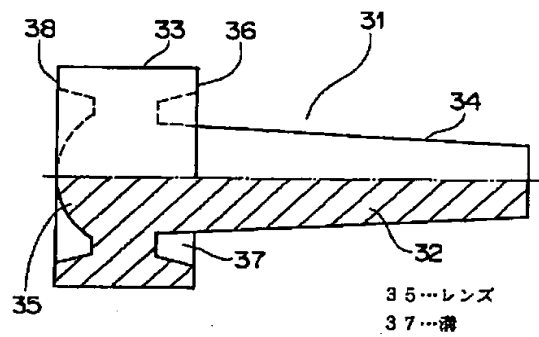


51...反射防止膜

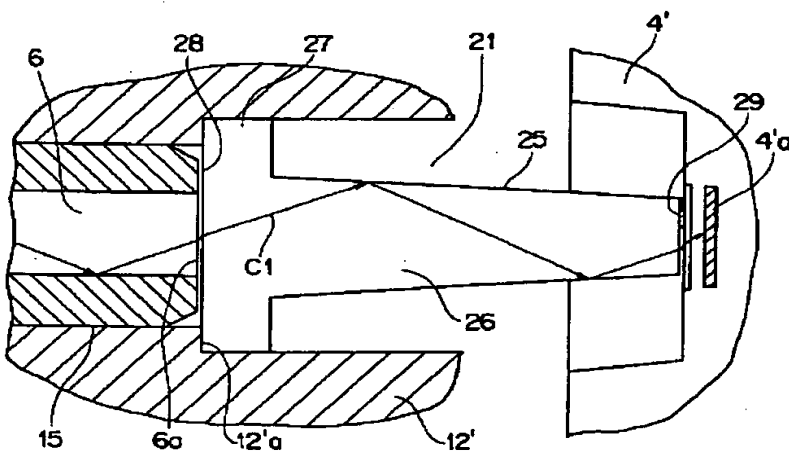
【図 2】



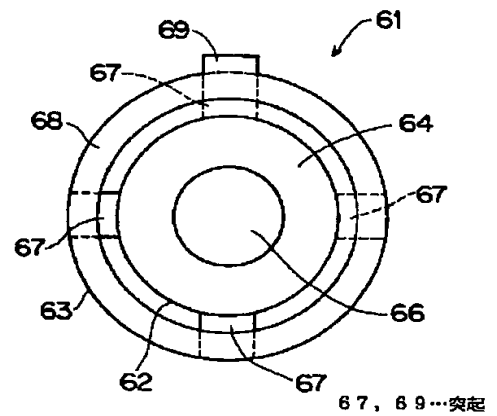
【図 6】



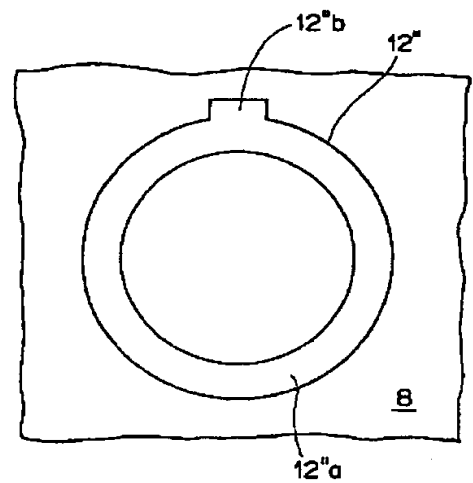
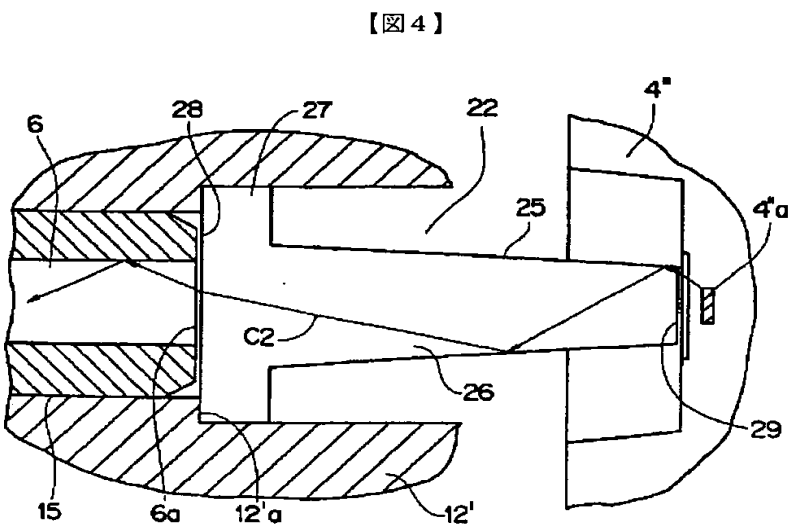
【図 3】



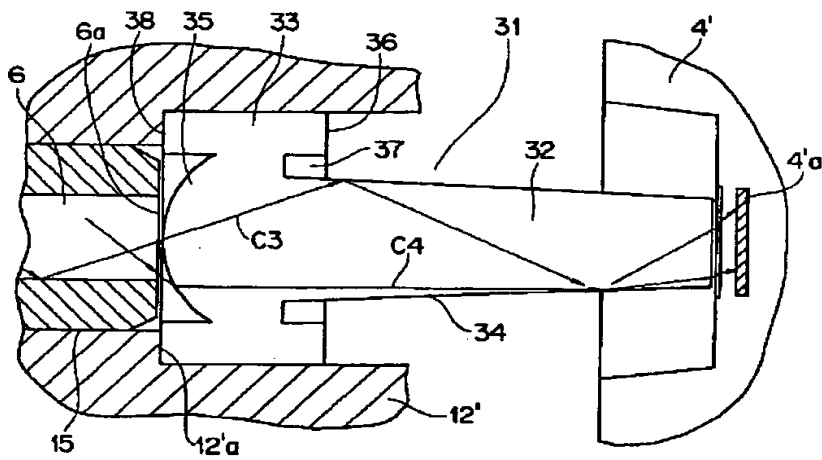
【図 12】



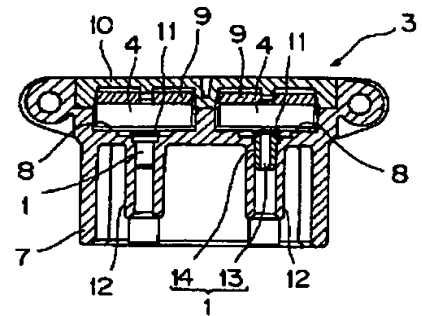
【図 13】



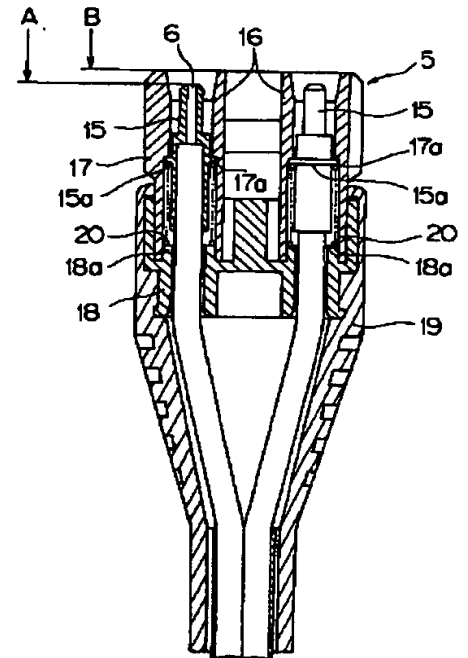
【図 7】



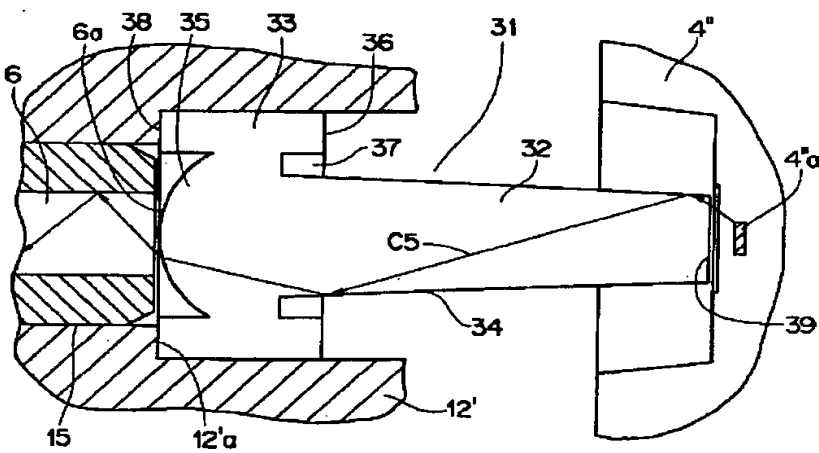
【図 18】



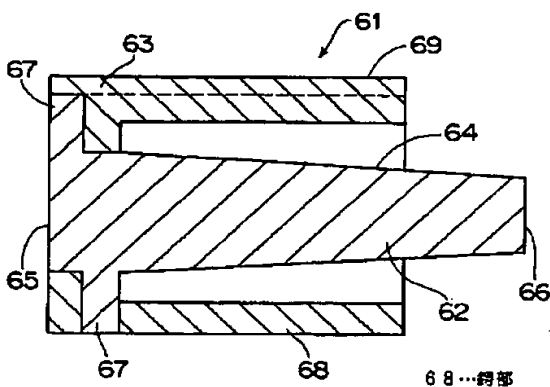
【図 19】



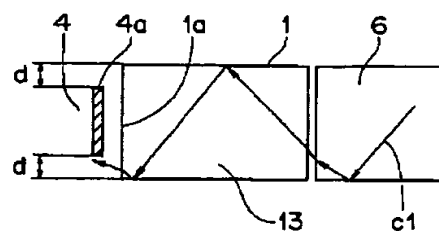
【図 8】



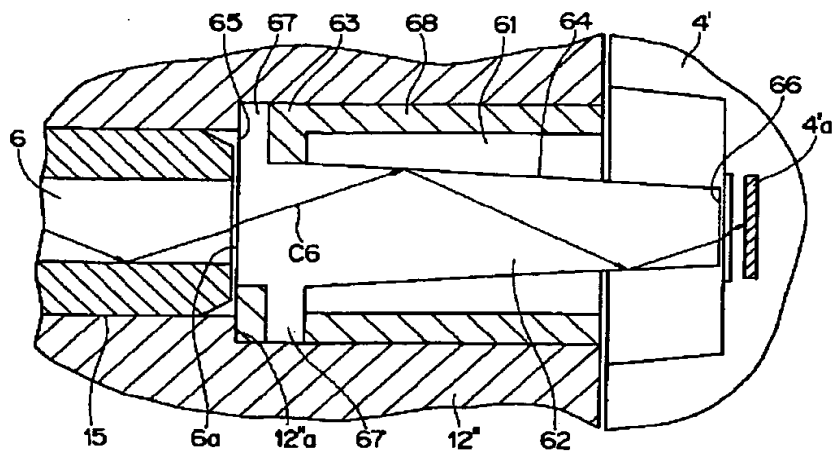
【図 11】



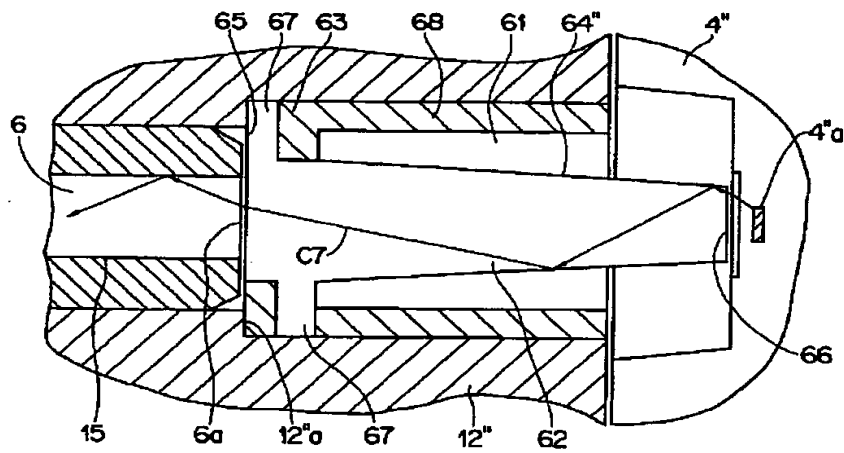
【図 20】



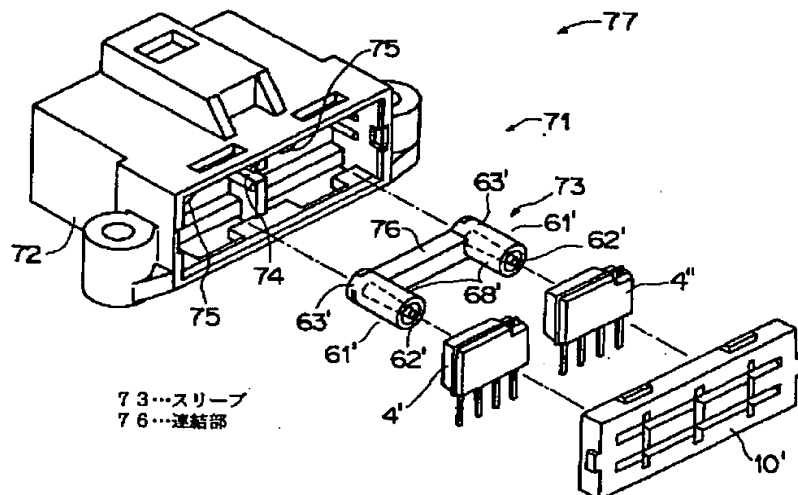
【図14】



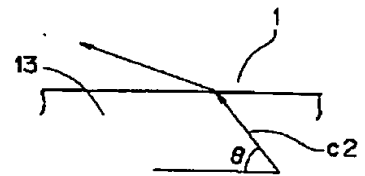
【図15】



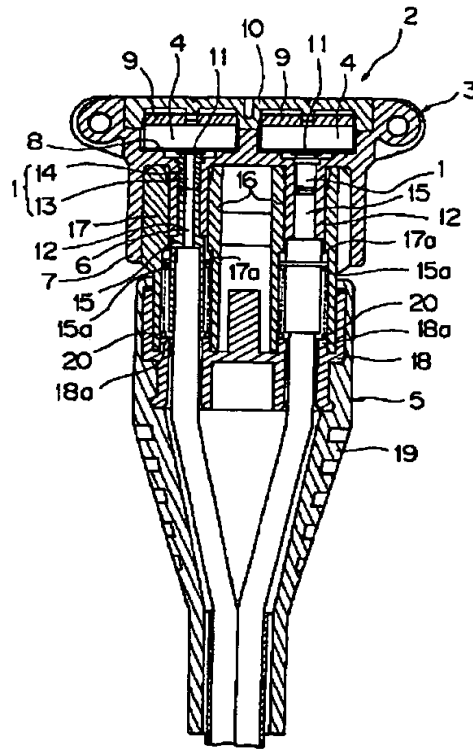
【図16】



【図21】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 博之  
 静岡県榛原郡榛原町布引原206-1 矢崎  
 部品株式会社内  
 (72)発明者 鈴木 規仁  
 静岡県榛原郡榛原町布引原206-1 矢崎  
 部品株式会社内

(72)発明者 松下 淳一  
 静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社  
 内  
 Fターム(参考) 2H036 JA01 QA46 QA59  
 2H037 AA01 BA03 BA04 BA12 BA13  
 CA08 CA11 DA02 DA04 DA06  
 DA15 DA31 DA35